RIFLESSIONI

DE' PADRI

TOMMASO LE SÈUR,
FRANCESCO JACQUIER

DEEL' ORDINE DE' MINIMI,

E

RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH

DELLA COMPAGNIA DI GESÙ

Sopra alcune difficoltà ſpettanti
i danni, e Riſarcimenti

DELLA CUPOLA DI S. PIETRO

Propoſte nella Congregazione tenutaſi nel Quirinale a' 20. Gennaro MDCCXLIII.

E ſopra alcune nuove Iſpezzioni fatte dopo
la medeſima Congregazione.

L' Ordine espresso della SANTITA' di NOSTRO SIGNORE, che ci spinse sulla fine dell'anno scorso, a dare il nostro comun parere sopra i danni della Cupola di S. Pietro, e loro risarcimento, e ad intervenire ad una Congregazione tenutasi nel Quirinale a' 22. Gennaro dell'anno corrente 1743. nelle stanze, e alla presenza di Monsignor Girolamo Colonna Maggiordomo di Nostro Signore, colla assistenza di Monsignor Gio: Francesco Abbati Olivieri Segretario ed Economo della Rev. Fabrica sulla stessa materia, ci spinge anche adesso ad esibire, come appendice dello stesso parere, le riflessioni, che abbiamo fatte, e più volte conferite fra noi, sopra alcune difficoltà proposte nella Congregazione medesima, e sopra alcune ulteriori ispezzioni fatte sulla faccia del luogo in questi ultimi giorni.

Per procedere con più chiarezza, convien dare un detaglio delle cose più rilevanti tra le proposte in detta Congregazione, di ciò, che vi fù risoluto, e de' fatti, che si ricavano dalle nominate ispezzioni; Ma innanzi è da sapere, che a quanti intervennero, era stata qualche giorno prima comunicata una copia della nostra Scrittura, ordinandosi a noi di rispondere a quanto le fosse opposto, qual ordine ci fù nella Congregazione medesima replicato più volte, e l' eseguì a nome comune un di noi, a cui per la maggiore speditezza nella lingua Italiana n' era stata data la cura dagli altri due, che per potersi scambievolmente comunicare ciò, che occorreva, gli sedevano accanto.

Gioverà questa avvertenza, per dar ragione, e del molto, che disse un di noi, e del poco o nulla, che aggiunsero gli altri; d' onde alcuni pigliarono motivo di credere, e divulgare, che i sentimenti, e pensieri espressi nella nostra Scrittura, non erano veramente comuni a tutti tre, avendovi due di noi forse a titolo di pura amicizia messo sotto il loro nome. Se alcuno pur' anche perseverasse in tal' errore, lo preghiamo a riflettere a due passi della medesima sottoscritti pure da tutti tre, nel primo de' quali alla pag. 1. si dice: *che abbiamo giudicato opportuno comunicarci i nostri sentimenti in varj particolari congressi,*

 ed

ed esaminato il tutto dar' a nome comune nella seguente scrittura, tutto ciò, che la debolezza del nostro sapere appoggiata sulle teorie, e sulle osservazioni de' migliori Scrittori ci ha potuto somministrare sù d' una così importante materia; e nel secondo sulle ultime righe; *e assicurarlo della sincerità del nostro animo nell' esporre quel sentimento medesimo, sì nudo, e schietto, quale senza alcuna minima diversità di pareri abbiamo insieme, e concepito nell' animo, e stabilitovi dopo replicati congressi.*

Le difficoltà proposte in quella Congregazione possono comodamente distinguersi in tre classi. La prima sulle ambiguità, che nascevano dalla nostra maniera d'esprimerci, la seconda sulla causa de' danni, e la terza sulla qualità de' rimedj adottati da Noi.

Fù toccato il primo capo da uno, che non avendo ancora potuto osservare le cose da se medesimo, disse, molte essere, le dubbiezze, che la nostra troppo succinta espressione de' fatti gli eccitava nell' animo. Specificò, che si sarebbe dovuto esprimere, quali fossero, e da chi rappresentate a Monsignor Segretario ed Economo, quelle cose, di cui si fa da noi menzione alla pag. 1. potendosi dubitare in alcuno di questi di mala fede, e che nell'esposizione de' danni al num. 28. molte cose essenziali rimanevano incerte intorno al numero ed al luogo di que' marmi a coda di rondine, messi attraverso alle spaccature ed infrantisi, intorno al modo, e al tempo, in cui tali aperture erano seguite.

Da noi si rispose, che le cose rappresentate, di cui si fa menzione alla pag. 1., vedevasi dal contesto assai chiaramente, non esser altre che i diversi progetti per il desiderato risarcimento fatti da varj o Professori o Dilettanti d' Architettura, sù quali era stato richiesto il nostro voto. Che il nominargli, ed esprimere il sentimento d' ogn' uno, sarebbe stata cosa troppo lunga ed inutile, ne vi entrava punto l' esame della buona, o mala fede, dove trattavasi non di relazione de' fatti, ma di giudizio sopra i rimedj. Che in ordine a' danni ciò, che si conteneva ne' primi 30. numeri si era tutto osservato da noi medesimi per quanto era possibile, ed il contenuto negli ultimi 2., erasi determinato da' Ministri della Fabbrica perciò deputati, (e di questo ne riparleremo in appresso) e in ordine all' esposizione di essi, si erano da

noi

noi ſcelte quelle particolarità, che ſi erano giudicate più neceſſarie per comprendere la neceſſità del riparo, per ſtabilire un generale ſiſtema de' medeſimi danni, per ſcoprire la cagione di eſſi, e per appreſtare l' opportuno rimedio.

Nel punto particolre de' marmi, meſſi unicamente per eſaminare, ſe continuava pur' anche il moto, ci era paruto baſtante il dire, *che in varj luoghi, tanto di fuora, quanto fra le due Cupole, ſi vedon rotti o diſtaccati alcuni pezzi di marmo a coda di rondine meſſi in queſti ultimi anni attraverſo alle ſpaccature, per vedere ſe la Fabbrica faceva moto*; raccogliendoſi quindi, che il moto continua tuttavia in varj luoghi, e dentro, e fuora, ſenza il quale que' marmi incaſtrati non ſi ſarebbero infranti. Ne per queſti ultimi anni vi era pericolo ſi intendeſſe da alcuno il tempo più di mezzo ſecolo da noi lontano o di Innocenzo XI., o di Aleſſandro VII., come eſſo credeva facile ad accadere.

Baſterà ſolo in ordine al tempo l' aggiungere che ſono ſtati tutti meſſi doppo il 1735. come in parte coſta da alcune partite de'conti originali della Fabbrica ivi prodotti da Monſignor Segretario ed Economo, e in ordine al modo, che molti degli aſtanti, e maſſime i Signori Architetti affermarono eſſere tali le aperture de' marmi; che non era poſſibile farle con arte, e che troppo chiaramente moſtravano il movimento di quelle ſpaccature, attraverſo alle quali ſi erano collocati.

Ma in quanto a queſto continuo movimento, e però anche pericolo della gran mole, rimane eſſo poſto fuor d' ogni dubbio, con tanto altro di più che abbiamo aggiunto alle pag. 12., e 13. e in modo particolare col confronto dello ſtato preſente con quel de' tempi di Innocenzo XI. eſpreſſo dal Baldinucci con molta diſtinzione, e chiarezza, dal quale abbiamo noi ricavati pochi periodi è vero, ma tali, che ad evidenza conchiudono un notabile accreſcimento de' danni andati ſempre avanzandoſi. Su queſto punto però, ſi è veduto un così univerſale, e ſenſibile cangiamento di ſentimenti, che dove prima una gran parte di Roma credeva tutti vani i timori, ſi ſcorge in oggi una perſuaſione comune della neceſſità del riparo.

Prima di paſſar' oltre non ſarà qui coſa fuor di propoſito l' aggiungere intorno al modo da noi tenutoſi nello ſtendere la ſcrit-

scrittura, che troppo a torto ci accusa, chi dice, che nelle cose dottrinali, e geometriche ci siam diffusi più del dovere, mentre queste si sono sì leggiermente toccate, anzi presso tutti gli Intendenti avremo certamente incorsa la taccia del tutto opposta di troppo scarsi, e si potrà lamentare più d' uno, che per qualche dimostrazione si sieno appena solamente accennati i principj, da cui dipende, e che per molte altre si sieno taciuti i dati, e taciuti anche gli elementi de' nostri calcoli. Speriamo però d' incontrare anche presso questi compatimento, se rifletteranno al motivo, che espresi nell' ordine comunicatoci, di esibire il nostro parere, *acciò possano gli Architetti mettere in pratica i rimedj, che verranno giudicati più necessarj*, e se sapranno, che molte volte ci fù a voce raccomandato, si adoperasse ogni avvertenza, di poter' essere universalmente intesi, anche da quei, che non professano le Mattematiche. A questi sarebbe certamente riuscita cosa di troppa noja, oltre che troppo eccessivamente lunga, sarebbe stata, e troppo voluminosa la Scrittura, se si fossero dovute tutte distendere le dimostrazioni, o tutti esibire i dati, e gli elementi, i quali per tal motivo abbiam' dovuti ritener presso noi, come pur gli dobbiamo al presente, dando solo il risultato de' calcoli, ed accennando qualche metodo particolare da noi tenuto.

Venendo ora alla seconda classe delle proposte difficoltà, il P. Abbate Revillas disse, che giudicava non doversi fare si poco conto, delle spaccature degli Archi attorno al pilone della Veronica espressi da noi al num. 27. tanto più, che esso non gli stimava sì tenui, come da noi si supponevano, anzi guardando con un buon Canocchiale giù dalla Chiesa, quello, che sta sull' arco de SS. Simone, e Giuda, gli era comparso di due once almeno. Aggiunse l' esempio di qualche Cupola, caduta colle previe spaccature negli Archi, e mostrò di credere, che qui dalle aperture di essi si potesse dedurre alcun movimento ne' piloni, l' immobilità de' quali aveva sospetta, desiderando si esaminasse, come pure si riconoscesse lo stato preciso delle sopraddette spaccature. Si espresse finalmente, che non vedeva nel sistema nostro la spiegazione di questo Fenomeno per altro nuovo: e si ristrinse più in generale a ricercare *se le spaccature degli Archi abbiano qualche connessione colle rovine della Cupola*.

Di questa difficoltà parlando sul bel principio l'Autore della Scri-

Scrittura uſcita ultimamente dalla Stamperia di Pietro Roſati col titolo di *Riſoluzione del dubbio propoſto dal P. Abate Raviglia*, dice di noi, che *non avendo in pronto riſpoſta adequata, s'offrì, chi ſcrive d'aſſegnar per allora la ragione delle crepature ſuddette, e del cedimento fatto da' detti arconi*. Aggiunge che *con unanime, e ben dovuto diſprezzo di ciò, che diſſe fù riprovato da tutti*: che però ſi *dà l' onore d' umiliare lo ſteſſo ſentimento in iſcritto*, e prima aveva affermato che, *il motivo, che ſi diſciogliesse la Congregazione, ſenza riſolverſi a determinarſi il riparo delle pur troppo vere, e continuanti rovine di queſta mole*, fu l'eſſerſi trovata la noſtra Scrittura, *mancante aſsai circa il vero de' fatti al num.27*.

La riſpoſta da noi certamente ſi diede pronta, e diffuſa; ſe poi foſſe adequata, potrà facilmente comprenderſi dal terzo de' 5. Articoli determinati in quella Congregazione, e ſcritti al fine della medeſima, quali più giù riferiremo uniti al luogo ſuo. In eſſo uditaſi e l'Arringa del P. Abbate, e la riſpoſta noſtra, tutti, anche l' Autore di queſt' iſteſſa Scrittura, abbracciarono in ogni ſua parte ciò, che da noi ſi era ſcritto circa la cauſa de' danni, toltone Monſignore Bottari, che ſi riſervava a giudicarne dopo aveſſe vedute le coſe ſulla faccia del luogo, e il ſolo P. Abbate Revillas. Ecco l' articolo *Circa la Cauſa de danni, gli altri ſi accordano in tutto quello, che è eſpreſso nella Scrittura. Monſignore Bottari ſi riſerva giudicarne doppo, che averà veduto. Il ſolo P. Abbate Revillas propone che ſi eſamini eſattamente ſe i peli, che ſono ne' due Arconi poſsano avere qualche conneſſione co' danni della Cupola*. Dove ſi noti, 1.° che gli altri tutti erano ſtati in perſona a vedere le coſe ſulla faccia del luogo, e molti come l'Autore della Scrittura ſuddetta le avevano diligentemente eſaminate coll' occaſione di una ricognizione dell' immobilità de' piloni, di cui ſi parlerà in appreſſo, e con altre poſteriori iſpezzioni, onde non giudicavano ſenza aver cognizione della cauſa: 2.° che nello ſcriverſi queſti Articoli ſi domandava, ſe vi era alcuno che voleſſe eccettuarſi, o mettervi limitazione: 3.° che l' eccezzioni ſi ſcrivevano colle parole dettate da chi le proponeva, aggiungendoſi quella parola *ſolo* per più chiara eſpreſſione dell' eſſere pienamente gli altri tutti conformi al ſentimento noſtro circa il ſiſtema, e la cagione de' danni: e di qui parimente comincerà a comprender-

dersi, se questo fosse il motivo, che si sciogliesse la Congregazione, succhè diremo alcuna cosa più inanzi.

In ordine al fatto dell'essere quell' apertura larga 2. once, noi risposemo, che avevamo più volte guardato con attenzione quell' Arco in faccia dal Cornicione tondo con buon canochiale, e fatto guardar da altri, e sempre a tutti era comparso un semplice pelo, senza discostamento sensibile dell' un mezz' Arco dall' altro, o abbassamento dell' uno sotto l'altro; e vedremo più giù, doppo che si sarà riferita la nuova visita, che la crepatura dell' Arco più considerabile verso il labbro inferiore, tanto ivi, quanto all'architrave era coperta di una Stuccatura antica, la quale persisteva intiera senza essersi mossa, il che per la giustificazione del nostro detto, e per il punto di cui si tratta, prova come se l' Arco fosse anco intero. In ordine poi all'esser nuovo, risposemo che certamente non era tale, facendone menzione il Baldinucci, un passo del quale, che l' indicava, ed era esposto nella nostra scrittura, fu addotto allora; e il dì seguente fu fatto vedere allo stesso P. Abbate, il quale passo, alludendo al medesimo, più chiaramente parla di essa spaccatura ed esprime che continua per tutta la volta della Navata de' SS. Simone e Giuda dicendo appunto così. *Non è già il simile accaduto al sottarco della Tribuna, detta de' SS. Simone, e Giuda, il pelo del quale si stende per tutta la sua lunghezza, e comparisce al di fuori, nell'adornamento degli stucchi. Gira il sottarco sotto la volta della Chiesa, e fa mostra per quanto porta fuori l'aggetto de' pilastri: ed essendosi bene esaminato, e per di sotto, e dalla cima del Cornicione, e per di dentro alla Chiesa, si è veduto essere il pelo solamente nella parte di sotto, e nella parte di sopra si è ravvisato buono, e saldissimo, e senza alcuna apparenza di fessura, la quale solamente si scorge nell'ornamento, ove sono gli stucchi.*

In quanto alla causa di questi peli, si disse, molte poterne essere tali, che nulla ostassero al nostro generale sistema, come sarebbe un antico assettamento degli archi ristrettisi in se stessi, e forsi ristuccato, e poi scoperto collo scoprirsi, o caderne la stuccatura, o un terremoto, o una qualunque altra causa tale, quale è quella, che sotto tutte le principali Cupole di Roma, aveva fatti crepare gli archi, senza patimento considerabile delle medesime. E qui fu letta una nota di queste Cupole, riconosciute pri-

prima

tali, in *b*, per cui s' aprono le commessure de' travertini de' quali sono incrostati.

26. Ne' mosaici sopra il cornicione Z si vedono alcuni leggeri peli orizontali, benche non troppo sensibili.

27. I due arconi attorno al pilone della Veronica anno sulla cima in mezzo un leggier pelo, senza però che si discosti una parte dall' altra, o l' una scenda sotto l' altra, e sotto il cornicione tra l' arco de' SS. Simone e Giuda, e il pilone della Veronica scende un pelo, che muore assai prima di giungere all'arco. Detto pelo si vede dalla parte di fuori sopra la volta della Chiesa nel muro del tamburo inalzato sull' arco stesso, e parimente i peli de' due arconi nella parte superiore de' medesimi si riscontrano, ma tenuissimi.

28. In varj luoghi tanto di fuora, quanto fra le due Cupole si vedon rotti, o distaccati alcuni pezzi di marmo a coda di rondine messi in questi ultimi anni attraverso alle spaccature per vedere sè la fabrica faceva moto.

29. I paletti de' cerchi L che cingono la Cupola interiore, si vedono in alcuni luoghi rimossi dal sito verticale per più once.

30. Di fuora nell' ordin' Attico da *m* fino ad *n* si vedono in più siti delle aperture orizontali nelle commessure de' travertini rialzati un tantino, e un simil moto si riscontra in alcuni stipiti delle finestre esteriori nel corridoretto K, che gira tra le due Cupole.

31. Questo è ciò, che abbiamo veduto cogli occhi nostri. Di più fatti esaminare i pilastri *b* col piombino si è trovato, che sbilanciano in fuora, altri trè once, altri due e mezza, ed altri meno, e altrettanto in circa sbilanciano pur' in fuora i pilastri de' contraforti G, che stanno attaccati al tamburo. Ma de' pilastri esteriori de' medesimi contraforti alcuni sbilanciano un tantino in dentro, altri stanno a un di presso a piombo.

32. La gran spaccatura sopra il pilone della Veronica sul cornicioncino dell' Attico in *h* è di quattro once, e vene sono due vicinissime, in cui essa diramasi di un' oncia e mezza fra tutte due. Quella in faccia sopra il Longino è di due once e mezza. Ivi le spaccature in giro sono in numero 27., e tanto grosse, che messe insieme si trovano di 22. once, è poco piu sù di 24.

Quando sieno cominciati questi danni non si sà con certezza.

In primo luogo è certo, che le ſpaccature de' moſaici ſon poſteriori al 1603, nel qual anno per ordine di CLEMENTE VIII. furono i medeſimi terminati. Era ſtato tredici anni prima finito il lavoro della gran volta di queſta Cupola, che ſi principiò a fabricare ſotto SISTO V. a' 15. Luglio del 1588. ſopra il tamburo terminato già un pezzo prima dal Bonarota, e ſi finì a' 13. Maggio del 1590. poco prima della morte dello ſteſſo Pontefice.

In ſecondo luogo varj di que' danni, che ora ſi ſcorgono, ſi erano cominciati a vedere fino dal 1631., ſe è vero ciò, che nella vita del Cavalier Bernino afferma il Baldinucci, che la ſcriſſe nel 1681., il quale parlando di varie aperture, che allora vi ſi vedevano dice: *Sappiaſi che non mancano intendenti, e amatori di queſte arti in Roma, i quali così come ella ſi vede al preſente, affermano, averla oſſervata con qualche curioſità da 40, e 50. anni addietro.*

Dette aperture eccitarono nel 1680. una fiera tempeſta contro il Bernino medeſimo, ſupponendoſi da molti, che eſſo coll' avere ſcavate ne' piloni le nicchie, e i pozzi per le ſcale ſotto il pontificato d' URBANO VIII, gli aveſſe indeboliti, e con ciò fatta patire la Cupola: Voce, che allora preſe gran piede, e per cui INNOCENZO XI. allora Regnante fece più volte eſaminar da' periti la coſa. Sul principio gli fu fatta una relazione contraria al Bernino da uno, che pretendeva intenderſi d' Architettura; ma rinuovataſi una più diligente ricerca ſul luogo ſteſſo prima dal ſolo Mattia de' Roſſi, indi dal medeſimo in compagnia del Fontana, e di Gio: Antonio de' Roſſi per ordine di SUA SANTITA' communicato a que' Virtuoſi da Monſignor Gianuzzi Segretario, ed Economo della Fabrica, fu riconoſciuta l' innocenza del Bernino. Il riſultato di quella viſita viene riferito a lungo dal Baldinucci allora preſente in Roma ſul fine della ſopraccennata vita, che egli ſcriſſe l'anno ſeguente, affermando il medeſimo di eſſerſi chiarito co' proprj occhi della verità di quanto avvanza sù queſto particolare, e ſi trova molto conforme al riſultato di un' altra memoria, che vi è nella Segretaria della Fabrica di una viſita fatta colla ſteſſa occaſione a' 12. Novembre 1680. pochi giorni prima della morte del Bernino, che ſeguì lo ſteſſo meſe, eſſendo Segretario ed Economo Monſig. Veſpiniani.

Dimoſtra il Baldinucci in primo luogo, che dette nicchie, e poz-

pozzi per le ſcale a chiocciola fatte fabricare dal Bernino ſi vedevano in tutte le piante anteriori a' lavori di queſto; ſicche eſſo piuttoſto aveva fortificati i piloni co'medeſimi ſuoi lavori. Indi dà un diſtinto detaglio di tutti que' patimenti, che vi ſi erano ritrovati. Nomina in primo luogo la crepatura ſopra il pilone della Veronica, di cui parla così. *Vedeſi una molto antica crepatura nel mezzo del corpo di eſſa Cupola, larga in circa un oncia nella parte interiore ed a piombo ſopra la nicchia del Volto Santo, e queſta ſi eſtende in altezza, ma non giunge però all' apertura della lanterna o ſerraglio, che noi vogliam dire, ne tampoco ſi conduce nella parte più baſſa, fino al giro del cornicione; ma termina ſopra il capitello del pilaſtro del tamburo. In oltre nella parte di fuori ove ſon le ſcale, che ſalgono nel corpo della Cupola fra l' una e l' altra groſſezza riſponde la ſteſſa apertura.* Indi poco più giù: *E falſo*, dice, *che ſia nuova quella piccola crepatura, che ſi vede nel corpo della Cupola ſopra la nicchia del Longino*, (queſta ſta in faccia a quella della Veronica, o del Volto Santo) *fra l' una Cupola e l' altra, e che a pena dalla parte di dentro della Chieſa ſi riconoſce.... oltre che queſta ne continua, nè ſi eſtende in ſe ſteſſa; ma intermettendo, in alcuni luoghi, morta ſi rimane nel corpo della ſteſſa Cupola.* E più giù: *Si affaticano gli Avverſarj in dire, e affermare, che moſtri oggi la Cupola altre crepature nel corno verſo la Chieſa, e ſotto gli archetti della lanterna, e quelli che paſſano ſotto i coſtoloni, ove è il corridore, che gira intorno fra l' una, e l' altra groſſezza.... Se poi eſſi deſiderano di ſapere, che coſa ſiano queſti peli, particolarmente quelli, che ſtendendoſi ſotto le volticelle, ſi veggono nelle face degli archetti, e ſimilmente quello, che è in Chieſa ſotto il ripoſo della moſſa dell' arco, che fa adornamento, e moſtra ſopra l' aggetto de' 2. pilaſtri dell' imboccatura della Tribuna di S. Simone, e Giuda &c.* Finalmente poco più giù parla di *alcuni altri piccoli peli, che ſi ſcorgono ſopra le cornici, che fanno adornamento a' quadrilunghi, dove nelle parti interiori di eſſa Cupola ſono gli Angioli di moſaico e immediatamente ſopra le cornici de' tondi, ove ſono i Serafini.*

Queſto è tutto ciò, che ritrovaſi preſſo il Baldinucci intorno a' danni, quali eſſo non iſtima recenti ſi per altre ragioni, ſi perche

che *veggonsi* (dice) *le catene con i lor paletti da mezzo in sù a piombo con la lor colla attorno, che non punto s'è mossa di luogo, nè può dubitarsi, che se la cupola avesse fatto nuovo movimento, avrebbe forzato esse catene, che la circondano..... che i paletti fitti negli occhi delle catene, o cinturini, o cerchi che dir vogliamo, che si vedono dal mezzo di esse catene in sù, sarebbero usciti di piombo.*

Attribuisce ben esso tutti que' danni a quell' assettamento, che soglion fare massimamente le fabriche grandi di questo genere ristringendosi col proprio peso in se stesse; e non essendo in ogni parte lavorate con ugual diligenza, si aprono una volta in modo, che poi ferme rimangonsi, ed in un perfetto equilibrio.

Ma simile sentimento ci par, che fosse poco probabile anche in que' tempi, ed ora rendesi evidentemente falso confrontando questo stato presente con quel d'allora. Parci improbabile per que'tempi tal sentimento, perche essendo scorsi tredici anni dal terminarsi la Cupola al terminarsi i mosaici, aveva avuta la fabrica benche si vasta tempo d'avanzo di assettarsi, stringendosi in se stessa, ed asciugandosi in modo da non doversi più muovere.

Ora poi è assolutamente evidente il contrario per i tanto considerabili movimenti, che sono da quel tempo seguiti. In primo luogo di tanti danni, che si scorgono nella base del tamburo, ne'contraforti, nel tamburo stesso, e che noi abbiamo riferiti ne' primi sedici numeri, e ne'num. 24. 25. 26. è troppo improbabile, che se vi fossero stati allora, non gli avesse accennati punto il Baldinucci. Imperocche ne i tanti nemici del Bernino gli avrebbero lasciati andare sotto silenzio, nè essendo opposti da quelli, poteva esso tacerne, dove ne fa una si lunga apologia. In secondo luogo que'danni, che allora erano tanto più piccoli nel corpo della Cupola, e nel Cupolino, ora sono tanto cresciuti. La crepatura sopra il pilone della Veronica, di cui abbiamo fatto menzione al num.23. era allora di un oncia: ora secondo il num.32. è di once quattro. Quella in faccia sopra il Longino era un semplice pelo interrotto: ora è una grande apertura continuata di due once e mezzo. Negli altri spicchi vi erano solamente in alcun luogo de' peli nelle cornici de' mosaici: ora sopra gli altri due piloni vi sono delle aperture considerabili conforme al nu.23., per cui passa il vento dalla Chiesa fra le due Cupole; e negli altri spicchi si vedono delle aperture ne'

mo-

mosaici stessi. L'apertura maggiore sopra la Veronica terminava su' capitelli de' pilastri del tamburo; ora arriva giù raddoppiata tra' pilastri, e la finestra passando per le basi, e piedestallo fin sotto il cornicione grande; e l'altra sopra il Longino, che moriva nel corpo della Cupola, ora vien giù per il tamburo. Anzi di più se ne vedono sopra il tamburo medesimo nel corniciončino dell' Attico ventisette in numero sì larghe, che messe insieme arrivano a ventiquattro once secondo il num. 32. I danni, che si scorgevano nelle volticelle del corridoretto sotto il Cupolino, ed altri attorno, notati da noi a num. 18. e 19. si sono tanto stesi in sù, che il Cupolino stesso è rimasto orizontalmente diviso e di dentro in tutti i suoi pilastri, e di fuori ne' suoi contraforti conforme a' num. 20. e 21. In terzo luogo vi sono de' movimenti, che in quel tempo certamente non vi erano: perche i paletti de' cerchi allora stavano a piombo: ora vene sono de' smossi per più once dal sito verticale, conforme al num. 28. come appunto dal Baldinucci si ricercava per conchiuderne un nuovo movimento.

Si ricava da tutto questo, che i danni d'allora tanto al presente cresciuti non sono l'effetto di un edificio, che si assetta, e ferma senza nuovo pericolo; ma sono un continuato movimento, cominciato forsi poco dopo terminata la fabrica, e sul principio insensibile, ed ito poi crescendo sempre a poco a poco fino a quel segno, in cui al presente si scorge. Ciò si conferma più chiaramente dalla memoria ancor fresca del ristuccarsi di tutte le spaccature fatto 40. anni addietro doppo i terremoti seguiti sul principio di questo secolo; mentre ora si vedono riaperte di nuovo le stuccature antiche; ed una quantità prodigiosa di peli, ed aperture sensibili ne' travertini tanto de' contraforti giusta il nu. 12., quanto di tutta la base, e di tutto il muro esteriore del tamburo, secondo i num. 1., e 14. si scorge in siti nuovi, e ne' quali non vi è alcun indizio di stuccatura. Ma molto più confermano questo continuo movimento que' marmi a coda di rondine, che messi attraverso alle spaccature antiche in questi ultimi anni, si sono o rotti, o distaccati conforme al num. 28., e più anche il pavimento rifatto pochi mesi addietro sotto gli archetti de' contraforti, i cui mattoni si sono cominciati si presto a distaccare, dando segno evidente di un moto, che sempre più và crescendo.

Prima di passar oltre a determinare il sistema generale del medesimo

ſimo continuo movimenro ed aſſegnarne la cauſa, convien pur anche ſtabilire un principio troppo importante, ed è, che i fondamenti non anno punto patito, ed i piloni, che ſoſtengono l'immenſo peſo della gran mole, non ſi ſon moſſi. Di ciò ne ſiamo troppo pienamente perſuaſi per due ragioni, che a noſtro giudizio lo comprovano ad evidenza. In primo luogo ſe i piloni aveſſero patito, o alcuno di eſſi ſi ſarebbe abbaſſato più degli altri, o avrebbe dato in fuora: in amendue i caſi converrebbe, che ſi foſſero rotti non ſolo i due grandi arconi, che vi appoggiano, e reggono il tamburo, ma anche gli altri più piccoli delle navate laterali: e ſe il pilone ſi foſſe abbaſſato, ſarebbe ſceſa con eſſa la metà di ciaſcun de' due arconi attaccata al medeſimo: ſe aveſſe dato in fuora, vi ſarebbe un'apertura ſenſibile fra' due mezzi archi diviſi. Or' i due arconi, che guardano la porta maggiore, e il cappellone, che rimane a man manca nell' entrare, ſono del tutto interi. Negli altri due ſi vede in mezzo un leggier pelo, ma tale, che non diſſeſta l'arco nè coll' abbaſſarſi una delle due metà, nè col laſciare alcun ſenſibile intervallo fra le due parti diſunite. Nè può dirſi, che il peſo abbia fatti piegar i mezzi archi già diſuniti, e gli abbia di nuovo ridotti ad un perfetto combaciamento: perche in tal caſo nella parte ſuperiore di eſſi archi vi ſarebbe alcuna conſiderabile apertura in quel ſito, ove foſſe ſeguito l'incurvamento; e pure eſſi ſi vedono dalla parte ſuperiore interi tutti conforme al num. 27.

In ſecondo luogo ſe i fondamenti, e i piloni aveſſero col ſuo patire cagionati i danni della Cupola, non ſarebbero le aperture sì tenui verſo il fondo della baſe del tamburo, e i maggiori allargamenti ſolo nelle parti più ſollevate, come ſi è veduto, che accade al num. 2., dal quale ſi ricava, che il fondo della medeſima baſe, dove eſſa appoggia sù gli arconi, e sù i piloni è intero, e che di là in sù anno la ſua origine le ſpaccature, che poi ſi vanno ſempre più dilatando.

Nè prova punto, che abbiano patito i piloni il vedere, che i danni maggiori ſono ſopra i medeſimi, come ſi ricava da' numeri 2. 3. 23., ne' quali ſi vede, che le maggiori ſpaccature degli ſpicchi ſono ſopra i piloni, e che le aperture della baſe sì di dentro, che di fuora piegano in giù verſo i medeſimi. La cagione di ciò ſi è, che il tamburo, dove corriſpondono gli arconi appoggia ſul vivo de' medeſimi, ed hà il rinfianco delle gran vol-

te

te delle quattro navate, che non lo lasciano dar' in fuora: ma dove corrispondono i piloni appoggia in falso sulle velette, o volticelle triangolari, che rimangono fra un'arcone e l'altro, e manca alla base ogni rinfianco, che facilmente poteva darsele col far, che i piloni si alzassero fino a pareggiare la sommità degli arconi: oltreche i quattro vani delle scalette a lumaca, che passano dentro al tamburo fra una finestra, e l'altra, e che corrispondono appunto sopra i piloni medesimi, rendendo quella parte di esso tamburo la più debole di tutte l'altre, sono stati la cagione dell'essersi nel sito delle medesime scalette, o accanto ad esse fatte prima, che altrove, e più grandi le spaccature.

Stabilito ben questo punto, convien dir, che la Cupola abbia patito in se stessa. Ecco pertanto il sistema generale del movimento, che riputiamo abbia fatto. Giacche i pilastri interiori del tamburo, e il muro suo esteriore sbilanciano in fuora secondo il num. 29., convien dire da una parte, che il peso del Cupolino premendo in MN le due Cupole, e i costoloni continuati fra le medesime unito col proprio peso delle Cupole stesse abbia spinto in fuora il comune sostegno, che era il tamburo: dall' altra parte non trovandosi ne' muri T de' medesimi costoloni con diligenza esaminati alcuna apertura orizontale toltane sù in cima OP, secondo il num. 18., ma sole aperture da alto in basso negli spicchi tra l'un costolone, e l'altro, e solo negli stipiti delle finestre della Cupola esteriore nel corridoretto K alcun indizio di moto orizontale conforme al num. 30., convien dire, che in tale spinta i massi T de' costoloni medesimi siano rimasti interi, e tutti interi siano discesi in questo modo. Si consideri nella Fig. 2. un costolone NIHM, che appoggia sul muro del tamburo HICD col contraforte AFC, che lo sostiene. Si è abbassato il costolone, e tutta la volta con esso in cima da M fino ad *m*. Si è aperta in I l'imposta della volta stessa andando il punto H in *h*; il muro DHIC del tamburo colla parte interiore della base, sù cui appoggia, ha girato intorno al cantone C andando in *dhi*C; benche, come dopo si mostrerà, anche in se stesso sia rimasto sforzato in varie altezze, e aperto con peli orizontali principalmente nel sito delle finestre, ove era più debole; e il contraforte con tutto quel pezzo di base, sù cui appoggiava ha girato intorno al cantone A.

Vediamo ora come a maraviglia con questo sistema combinano

no tutti que' patimenti, che si sono osservati ne' 32. numeri. Essendo stato il muro DV del tamburo (Fig: 1.) spinto in fuora verso V, e resistendo a questa spinta tutto il gran masso della base DA col contraforte G, e muro del tamburo HI legati insieme; in cambio di essere roversciato tutto unito aprendosi la base in D, e rotando in fuora sul punto A, al che si richiedeva una forza molto maggiore, era troppo naturale, che trovandosi il muro AB troppo sottile, perche di soli dodici palmi, e la volta EF parimente di soli palmi nove, coll'apertura F nel contraforte G sottile anch' esso, perche di soli tre palmi e un quarto, questo corpo si disunisse con una generale rottura, che tutta in giro salisse dal pavimento B del corridore per EFG*m* fino al cornicione del contraforte; acciò così più facilmente potesse darsi la leva ad ogni parte da se. Or un tal movimento si vede appunto a' num. 4. 7. 8. 9. 10. 12. 13.

Nel girare il masso ABEFG*m* attorno all'angolo A doveva aprirsi di dentro verso B con una notabile generale apertura, che corresse per tutta la grossezza del muro BA. Questa si è veduta ripartita in varie ne' num. 4. 5. ed essendosi al num. 4. notato ancora il distacco del pavimento dal muro esteriore BE, vi è certo indizio, che il moto cominci alquanto più giù, e che sotto il medesimo pavimento si troverebbero delle altre aperture orizontali. Dall'altra parte non vi doveva essere in fuora verso A apertura alcuna orizontale, come in fatti non se ne trova alcuna.

Era pur naturale, che andando in sù sempre più si allargasse la crepatura, come in un compasso aperto sempre si vanno discostando le punte l'una dall'altra nello scostarsi dal nodo, in cui si dividono, e si è notato al num. 11., che l'apertura FG*m* và in sù sempre più dilatandosi.

Piegando in fuora la base ABEF quanto più sale, tanto più il diametro, e la circonferenza de' circoli orizontali devono essere cresciuti, onde per necessità vi si dovevano ritrovare delle aperture verticali, che nascessero verso il fondo A, e nel salire si dilatassero, e ciò si è osservato di fuori al numero 1.; e di dentro al numero 3.

Facendo forza tutto il peso della mole ABEFG*m* nella parte esteriore A incrostata di travertini, era naturale, che i medesimi si dissestassero molto, e non reggendo all' enorme peso si aprissero

aprissero con delle spaccature, e peli minuti, e ciò si vede al numero 1.

Essendovi da B fino ad *m* 101. palmi, e da B fino ad A soli 14. cioè poco più, che l'ottava parte per ogni oncia di apertura in *m*, doveva in B trovarsi un ottava parte d'un oncia, anzi anche meno, se in A vi è alcnna compressione, e molto meno se sotto il pavimento vi siano delle altre aperture orizontali, e appunto si incontrano le aperture orizontali verso B assai piccole rispetto alle verticali verso G *m*.

Una volta, che rimanesse pendente in aria sull' appoggio A tutto il masso ABEFG*m*, e che il medesimo con aperture verticali fosse diviso in più pezzi, era naturale, che dove più, dove meno sdrucciolasse alquanto in fuora, staccando anche più del dovere il muro dal pavimento, e alcuno degli archetti F col suo contraforte dal tamburo, e facendo venir in fuora alcuna parte della base più dell'altre vicine; e appunto ciò si nota nel numero 13.

Si vede dunque, che i contraforti con quel pezzo di base, a cui son rimasti uniti, sieguono a puntino il proposto sistema. Vediamo ora, come più chiaramente lo siegua il tamburo, e la Cupola..

Già si è notato di sopra lo sbilanciare in fuora tanto de' pilastri *b* interiori, quanto degli esteriori attaccati al muro del tamburo, come si nota al numero 29.

In questo piegare si devono ben vedere delle aperture orizontali della parte di dentro, e niuna di fuora. Di queste se ne vedono alcune nelle commessure de' travertini ne' pilastri *b* al numero 25., e de' peli minuti verso Z ne' mosaici al num. 26.

Nel piegare in fuora verso HI il muro, divien sempre maggiore ogni circolo orizontale; convien dunque, che vi si vedano delle aperture verticali, che andando in sù crescano, e che però gli architravi delle finestre si rompano, o si distucchino; e ciò appunto si è notato al num. 24. nelle finestre interiori, e nelle esteriori a' numeri 1., e 14.

Rimanendo tutta la forza dell'appoggio sulla esteriore incrostatura de' travertini, sù cui rota tutta la gran mole, anche questi come quelli della base dovevano disestarsi, ed aprirsi in più luoghi, e ciò appunto si nota al num. 14., e a maraviglia vien comprovato lo stesso sforzo da quella spaccatura osservata al num. 15.

C in uno

in uno ſtipite di fineſtra in *a*, il quale premendo al fondo il ſuo appoggio, ſi è dovuto slamare in sù, lungo qualche ſua vena trovataſi in quel ſito.

Piegando in fuora tutto il tamburo, e diſtaccandoſi con delle aperture verticali vicine alle ſcale a lumaca, che vi corrono dentro, non potevano non diſſeſtarſi conſiderabilmente le medeſime ſcale: e ciò è ſeguito conforme al num. 16.

Facendoſi verſo V la ſpinta in fuora, doveva romperſi la volta verſo *i g*, o ivi intorno, e ritrovarſi qualche ſegno di apertura, trà il tamburo, e la volta della Cupola nella ſua impoſta, e qualch'uno ne' ſiti vicini, come nelle commiſſure de' travertini in *m n*, e ciò appunto ſi è oſſervato al num. 30.

Verſo *b q* doveva dilatarſi più, che in alcun altro luogo il diametro della Cupola, e perciò creſcere la ſua circonferenza, e ſi è oſſervato al num. 32., che ivi ſi dilata detta circonferenza 24. once. Di queſte la terza parte proſſimamente è l'accreſcimento del diametro, cioè once 8., e la metà di queſto è l'accreſcimento del ſemidiametro, cioè la piegatura in fuora da Z fino a *q*, che reſta di 4. once; e appunto la pendenza de' ſoli pilaſtri ſi trova dove di 3. once, dove di due e mezza, conforme al num. 31.

Conviene però quì avvertire, che eſſendo i ſoli pilaſtri *b*, alti meno della metà della diſtanza di *q*, dal cornicione Z, dovevano eſſi sbilanciare meno di 2. once, ſe la piegatura del tamburo colla baſe foſſe ſtata tutta unita. Trovandoſi, che eſſi sbilanciano più, convien dire che la piegatura ſiaſi di molto accreſciuta più sù, come ſarebbe al fine, o al mezzo delle fineſtre del tamburo, dove i vani delle ſteſſe fineſtre lo rendevano tanto più debole. E appunto ciò viene anche confermato dal vedere i peli in *z* troppo minuti, colle aperture conſiderabili in *b*, e dall'eſſervi nel muro interiore CE del corridore una ſola ſpaccatura verticale, indizio di poco dilatamento, e però di poco moto nel maſſo CD.

Non eſſendo potuto il cantone M andare nè in dentro, nè in fuori a cauſa del Cupolino, e del cerchione di ferro, che lo tiene ſtretto in ſe ſteſſo, come pure per non poterſi le ſue parti ridotte a contatto compenetrare in ſe ſteſſe, ed avendo l'eſtremità inferiore *m n* dato in fuora, conveniva, che ogni punto intermedio nell'abbaſſarſi daſſe in fuora, e tanto più quanto è più vicino al fondo, come facilmente dimoſtraſi. Quindi dovevano creſcere tutti i circoli ori-

orizontali della Cupola, il che non poteva accadere ſenza aprirſi a modo di mela granata di ſopra in ſotto, e tal rottura doveva farſi in primo luogo nel ſito più debole; in ſecondo doveva diminuire ſempre più accoſtandoſi al Cupolino, sì perche i circoli più alti ſono minori, sì perche meno dilatanſi. E accaduto appunto così. Son rimaſti intieri i coſtoloni, che ſon sì groſſi, e la volta più ſottile degli ſpicchi ſi è aperta per lungo ſenza vederſi aperture orizontali; e le medeſime aperture verticali andando in sù verſo il Cupolino ſi riſtringono, e ſi perdono affatto nell' imboccatura di eſſo, come ſi ricava da' num. 19. 22. 23.

La cima N (Fig. 2.) doveva entrar in dentro in *n* piegandoſi la linea MN in *mn* nello ſcendere, qual moto venendogli impedito e dal Cupolino, e dal non poterſi compenetrar le ſue parti, che ſi toccano in giro, doveva il muro MN romperſi conſtringendo la parte ſuperiore N a dare in dietro, e tal effetto ſi vede appunto nella Fig. 1. in OP, come ſi è notato al num. 18.

Per la ragione medeſima dovevano continuarſi i diſtacchi in giù ſotto P lungo le commeſſure de' coſtoloni cogli ſpicchi, doveva romperſi la volticella ſotto *u*, e portar la rottura tanto nel muro interiore del collo della Cupola, quanto ſopra gli archetti Q, e a mezzo i pilaſtrini R, dove le fineſtre indebolendo il tamburo del Cupolino ſteſſo, anno dato luogo al generale diſtacco orizontale, per cui la ſua metà inferiore col collo della Cupola è rimaſta ſopra la Cupola interiore M, e la metà ſuperiore co' contraforti è rimaſta appoggiata ſopra l' eſteriore in N come appunto ſi vede al num. 18. 19. 20. 21.

Ecco dunque con evidenza ſi chiara dedotti da quel ſiſtema, che abbiamo formato ogni più individuale circoſtanza di tanti, e ſi diverſi movimenti, che chi conſidera le conſeguenze di quello, da ſe medeſimo ne ricava tutto ciò appunto, che vi ſi oſſerva.

Potrebbe ſolo opporſi a queſto ſiſtema, che ſecondo eſſo doveva allargarſi la Cupola anche verſo L, dove ſono i cerchioni di ferro, i quali ſi ſarebbero rotti. Ad una tale oppoſizione abbiamo tre riposte. In primo luogo non ſi puo ſapere di certo ſe in qualche parte ſia pur ſeguita la rottura de' medeſimi cerchi, non eſſendo eſſi ſcoperti, fuorche in pochiſſimi ſiti. In ſecondo luogo poſto anche, che non ſi ſiano rotti, come crediamo ancor noi, converrebbe ſapere con quanta diligenza ſiano eſſi da principio ſtati

 lavo-

lavorati, e se le commissure siano state ben saldate, e gli occhi ben serrati co' paletti in ogni luogo. Vi è gran motivo da sospettarne sì perchè questo lavoro fu fatto in fretta, sì perche si vede della negligenza notabile nell' esecuzione del cerchio inferiore, quale in alcuni siti si trova grosso sole due once e mezza, cosa che fa temere, non vi sia in altri luoghi anche maggior sottigliezza, e che rende inutile affatto tutta la grossezza maggiore dell' altre sue parti, dovendosi in caso di rottura, romper sempre nel sito più debole. In terzo luogo (e ciò crediamo sia seguito almeno in gran parte) non è cosa nuova, che il ferro si estenda. Abbiamo in questo genere molti esperimenti de' più rinomati Autori. Neutono ancora dove nel libro terzo de' suoi principj parla delle lunghezze de' pendoli, co' quali si è scoperta la variazione della gravità ne' diversi paesi, due ne porta, uno di Filippo de la Hire, il quale osservò, che una verga di ferro, che d'inverno era stata di piedi sei, esposta al calor del Sole estivo era cresciuta due terzi di linea cioè una millesima ducentesima nonagesima parte di tutta se, l' altra del Piccart, che notò una verga di ferro, che nell' inverno tra' geli era di un piede, scaldata al fuoco essersi allungata per una quarta parte di linea, cioè per una cinquecentesima settantesima sesta parte di se medesima. Quell' allungamento, che in poco tempo cagiona il caldo o del Sole, o del fuoco, lo deve quì aver prodotto in più d' un secolo e mezzo l' azzione continua di una spinta così gagliarda.

Egli è ben vero, che quì il medesimo allungamento de' cerchj si raccoglie alquanto maggiore, e del primo prodotto dal Sole, e del secondo cagionato dal fuoco. Sono i medesimi cerchi poco più lunghi di 600. palmi onde col caldo riferito del Sole estivo si sarebbero allungati per meno di mezzo palmo, che è la millesima ducentesima parte di palmi 600., e colla viva azzione del fuoco un palmo e poco più trè minuti, che è la cinquecentesima ducentesima sesta parte de' medesimi 600. palmi. Or posto che per la scesa de' costoloni nella impostatura della volta in *bn* giusta il n. 3. sia seguita una dilatazione di palmi due; si ricava da un problema geometrico, che più giù sarà esposto, che la dilatazione nel sito del cerchio basso deve essere di palmi uno once sette, e nel sito del più alto palmi uno once due min: due, d' onde ne siegue, che i medesimi cerchi sono ridotti ad una tensione così violenta, che

che ſupera la ſteſſa azione del fuoco, e però ſtanno in un evidente pericolo di rottura.

E queſta appunto è la ragione, per cui ora ſi ſcorgono rimoſſi dal proprio ſito conforme al n. 29. varj di que' paletti, che connettono inſieme i diverſi pezzi de' cerchi, quali paletti a' tempi del Bernino, quantunque già cominciato nella Cupola l' allungamento, ſi vedevano al luogo ſuo. Sul principio ſi andò allargando anche il ferro ſenza fare una notabile reſiſtenza: ma creſciuta coll' ulteriore dilatazione della Cupola anche la preſſione, e già allargatoſi troppo, e però meſſo in uno ſtato troppo violento, ha fatto un tale ſforzo, che per quanto poco il medeſimo poteſſe agire sù i paletti sì corti, e ficcati, tra gli occhi raddoppiati delle catene, che formano i cerchi; la troppo eccesſiva tenſione delle medeſime pure gli ha ſmoſſi. Anzi da queſto così violento moto de' paletti medeſimi il noſtro ſentimento ſempre più ſi conferma.

Parimente nulla puo conchiudere contro il noſtro parere, il vederſi, che i pilaſtri eſteriori de' contraforti non sbilanciano in fuora. Nel num. 31. ſi è veduto, che anzi alcuni di queſti sbilanciano piuttoſto anco in dentro, altri ſtanno a piombo a un di preſſo. Devono ſenza dubio eſſere ſtati fin dal principio meſſi un tantino a ſcarpa, come quelli, che erano per eſercitare l' ufficio di ſperoni, e però dove prima piegavano più indentro, ora o poco, o nulla vi piegano. Del reſto non è mai credibile, che il muro eſteriore del tamburo, e i ſuoi pilaſtri ſiano ſtati da principio fabricati colla pendenza in fuora. Avendola dunque ora, ed eſſendo di più diſuniti da eſſi colla ſpaccatura F G *m* i contraforti, è chiaro ad evidenza, che i medeſimi contraforti pendevano prima più d'adeſſo, ſe adeſſo pendono, e que' che ſtanno ora a piombo, pendevano prima in dentro alcun poco.

Pare così meſſo fuora d' ogni controverſia il noſtro generale ſiſtema del movimento ſeguito: vediamo ora quanto eſso bene ſi accorda colle leggi della meccanica, ed inſieme vediam la cauſa di tanto male. Sa ogni Uomo quantunque nulla verſato ne' principj della meccanica, eſservi in ogni grave un tal conato di ſcendere, che quando impedita gli venga la via diretta, vien giù anche obliquamente, e per ottener' il ſuo fine, quando vi ſia alcun ritegno, l' urta, e riſpinge. Così una palla peſante non ſolo ſcende a dirittura per l' aria libera, ma corre giù precipitoſa per un pendio, e rimuo-

rimuove gli ostacoli, che si frappongono per impedirle la scesa quantunque obliqua. Si vede ciò più a proposito pe 'l nostro caso in un bastone MH (Fig. 3.) appoggiato fra due piani ben levigati MQ, QH il primo verticale, orizontale il secondo. Si sforza esso di sdrucciolar fra' medesimi andando in *mh*, e se visi frapponga alcun' ostacolo in H, lo spinge col proprio peso più, o meno, secondo che sta più o meno inclinato, e molto più gagliarda esercita in H la forza laterale, se verso la cima in M venga di nuovo peso aggravato.

Se ora in cambio del bastone vi sarà (Fig. 4.) un arco di circolo MH; in cambio del piano MQ un cerchio MR, ed un corpo MTR, che impedisca al punto M l' uscire dalla verticale MQ, e in cambio del piano QH vi sarà un sostegno HDCI non troppo grosso in DC rispetto alla sua altezza; l' arco MH si per il proprio peso, sì per la spinta del corpo MTR, si sforzerà di scendere in *mh* dando la leva attorno al punto C al pilastro HDCI, che lo sostiene, e facendolo andare in *dhiC*, anzi se l' appoggio C non sarà invincibile, si sforzerà ancora di smuover in fuora lo stesso punto, se ivi non incontri un contrasto, che gli impedisca lo sdrucciolare.

Or questo appunto è il caso del nostro sistema, e questa è la specie del movimento, che vi abbiamo riscontrato. RTM è il Cupolino, che preme i costoloni MH, e gli spicchi dell' una, e dell'altra Cupola, su' quali esso appoggia. HC è il sostegno, che i costoloni e gli spicchi col proprio peso, e colla pressione del Cupolino han cominciato a roversciare, qual sostegno doveva esser composto da tutta la base, tamburo, e contraforti, se quella spaccatura, che divide la volta del corridor della base, e và sù per i contraforti, non avesse staccati i medesimi colla parte esteriore della base dal tamburo, e dalla parte interiore. Di quì convien cavar la teoria, con cui si deve esaminare, dove e quanta sia la maggiore spinta, quali, e quanti i contrasti, che le resiston' ora, e quando quella si trovi maggior di questi, dove convenga applicar i rimedj per fermar questo corpo, e assicurargli quella lunga stabilità, che tutto il mondo gli brama.

Sogliono gli Autori, che trattano geometricamente di somiglianti materie, nel considerare gli archi e le volte essere molto solleciti di ciò, che si richiede, perche essi in se medesimi non si apra-

ſi aprano; onde Filippo Dela Hire nella ſua Meccanica determina il modo di fabricar la volta, e gli archi sì fattamente, che ogni pietra o mattone colla forza compoſta da quella del proprio peſo, e della ſpinta, che riceve da que' di ſopra, venga a ſpingere l' inferiore a perpendicolo, nel qual caſo anche ſenza calce, ed anche laſciate in modo le parti, che non vi foſſe reſiſtenza alcuna allo ſdrucciolare dell' una ſull'altra, ſi ſoſterrebbero da per ſe ſteſſe, rimanendo ogni parte in equilibrio, e lo ſteſſo nelle Memorie dell' Accademia Reale di Parigi del 1729. ſi trova con una grande ſemplicità ed eleganza eſeguito dal Signor Couplet. Ma tali volte hanno non piccioli incommodi. Eſercitano ſu' proprj ſoſtegni troppa ſpinta orizontale, e non ſi ſervono di quella forza, con cui la calce fà divenire ogni coſa sì fattamente un ſol maſſo, che quaſi con eguale facilità ſi rompono per attraverſo i mattoni, con cui l'un dall'altro ſi ſtaccano in occaſion di rottura.

I medeſimi Autori per tanto, vanno eſaminando la forza, che ſi eſercita da queſti corpi contro i ſoſtegni, conſiderandoli, come già raſſodati in un ſol maſſo, ma aſſume il primo nelle ſteſſe Memorie all'anno 1712. come principio provato colla ſperienza, che gli archi e le volte ſogliono romperſi verſo il mezzo tra l'impoſta, e la cima, e conſidera lo sforzo eſercitato dalla metà ſuperiore per roverſciare i due ſoſtegni attaccati alle due parti inferiori; ed il ſecondo nelle Memorie del 1730. conſidera gli archi aperti dalla parte interiore in cima, e ſull' impoſta, e dalla parte eſteriore verſo il mezzo, e và determinando l' urto, che ne riceve il ſoſtegno. Ma come nel noſtro caſo abbiamo ſenza aperture orizontali i coſtoloni dalla cima fino all' impoſta, ed in cima dalla parte di dentro abbiamo i cerchj, ed il collo della Cupola, che impediſcono tanto il riſtringerſi quanto il dilatarſi, con di più la preſſione del Cupolino, che ſpinge in giù, il noſtro caſo è alquanto diverſo, e richiede una particolare ricerca.

Prima di dare i fondamenti di queſta convien riflettere, che due ſono le forze, che ſpingono in fuora verſo l' impoſta $g\ i$, cioè il peſo del Cupolino, e il peſo de' coſtoloni co' ſpicchj; e due parimente le forze, che reſiſtono a tale ſpinta, cioè le catene circolari, o cerchi I. L (fig. 1.), ed il ſoſtegno oltre alla difficoltà, che ſi incontra nello ſtaccar le parti. Il ſoſtegno doveva eſſere A D V m compoſto dalla baſe, tamburo, e contraforti ridotti tutti in un maſſo; ma per la

ge-

generale apertura EFG m, si è ridotto a due distinti, il primo de' quali è il tamburo H I, col pezzo interior della base C D F; il secondo i contraforti m G F colla parte esteriore A B E della base medesima. L'aderenza delle parti, che resistono allo staccarsi doveva esservi in quattro luoghi principalmente; primo, dovunque il sostegno doveva rompersi come in ABCD, o più alto per essere roversciato; secondo, dove verso V nell'imposta doveva seguir la rottura; terzo, dove di cima a fondo dovevano aprirsi gli spicchj per lasciare, che si dilatasse la Cupola collo scendere de' costoloni; quarto, dove sotto il Cupolino dovevano farsi le aperture orizontali O P, e nel Cupolino medesimo R Q per far dar' in fuora la punta N, che conforme alla fig. 2. nell'abbassarsi de' medesimi costoloni doveva rientrar indentro.

Il distacco, delle parti quanto fosse difficile, e che resistenza abbia fatto non è possibile l'esaminarlo a minuto. Dipende esso in gran parte dalla qualità del cemento, e dalla diligenza del lavoro. Solo si possono avertire due cose in generale: la prima che quanto meno è possibile devono della medesima resistenza nata dalla tenacità delle parti nelle fabriche di vasta mole fidarsi gli Architetti, e tanto meno quanto è più vasta la mole; giacchè in esse molto più cresce il peso, che tira a rompere, di quello cresca una simile resistenza; mentre in parità d'altre cose la resistenza cresce in proporzione di quelle superficie, che si separano, e il peso in proporzione de' solidi, e quelle crescono ne' corpi simili come i quadrati, questi come i cubi de' lati corrispondenti, o che è lo stesso, la superficie in un corpo, la cui larghezza sia dupla o tripla di quella d'un altro simile, è maggiore a quattro, o nove doppj, e il solido nel primo caso ad otto, e nel secondo a 27. La seconda avvertenza, che convien fare si è, che negli ultimi trè luoghi non si poteva supporre gran resistenza, nel Cupolino per la picciolezza delle parti, ne' costoloni, e ne' spicchi per essere questo un edificio alzato tutto in un tratto con somma fretta in soli ventidue mesi; nell'imposta in $g\ i$, e più basso ove nasce l' ordin' Attico sulla cima del tamburo, si per la poca grossezza di soli undici palmi, sì ancora perche si deve considerar ivi la congiunzione di una fabrica nuova alzata sotto il Pontificato di Sisto con una vecchia gran tempo prima terminata dal Bonarota. La base in fondo per la grande grossezza doveva esercitare una gran resistenza, e perciò appunto il masso CDF si è appena mosso non vi essendo,

che

che una sola verticale apertura dalla parte del corridore giusta il n.6.; e la tanta larghezza de'contraforti uniti in costa al tamburo doveva parimente resister molto: ma distaccati dal tamburo i contraforti troppo sottili, è poi rimasto il medesimo troppo debole massimamente al piano *b* de' tanti vani delle finestre, dove appariscono i maggiori indizj delle fratture orizontali, e sù gli architravi delle finestre medesime, e ne' siti vicini alle scale a lumaca, accanto alle quali appunto, o nel sito stesso delle quali, come in luogo più debole, si vedono le maggiori verticali aperture dello stesso tamburo.

Per metter' in conto le altre forze, e vedere se queste stanno in equilibrio convien'in prima determinare la quantità assoluta delle medesime, e poi quello che da' Mecanici chiamasi il Momento. Per avere la quantità assoluta della forza, con cui agisce da una parte il Cupolino, e la volta della Cupola co'costoloni per spingere, e dall' altra la base, il tamburo, i contraforti per ritenere la spinta, conviene averne il peso. Per aver questo prossimamente noi in primo luogo fatto pesare con diligenza un masso di travertino, ed un'altro di muro di mattoni, calce, e pozzolana, abbiamo ritrovato che un palmo cubo del primo pesa libre settantadue, e del secondo, libre cinquanta incirca, ne potrà essere troppo sensibile la differenza de'materiali posti in opera nell' edificio, di cui si tratta. Indi ricavate da'migliori disegni le misure delle parti di questo smisurato corpo, e molte di esse verificate da noi medesimi, avendo anche riguardo di distinguere il travertino dal muro a mattone, e mettendo in conto la copertura de' piombi grossi due minuti, abbiam trovate le seguenti misure, che se non saranno giustissime, non si possono molto allontanare dal vero, sicchè introducano error sensibile in ciò, che appresso diremo.

Cupolino libre poco più di 4. milioni cioè ———— 4, 081461.
Cupole co' costoloni poco più di 50. cioè ———— 50, 138000.
Tamburo coll'ordin' Attico poco più di 48. cioè ———— 48, 013750.
Contraforti poco più di 13. cioè ———— 13, 342081.
Base poco più di 50. cioè ———— 50, 087359.

Per avere la forza assoluta de'cerchi, convien determinar quella forza, che può essere sostenuta da una verga di ferro di determinata grossezza senza esser rotta. Questa ce la daranno gli esperimenti ripetuti più volte da un de' più celebri professori di Fisica sperimentale, e più diligenti osservatori della natura, il Musschenbroek.

D

Egli

Egli nel ſuo trattato della coeſione de' corpi ritrova, che un filo tondo di ferro groſso una decima parte di un dito del piede Renano non può eſser rotto, che da un peſo di libre 450. che ridotte alle noſtre (giacchè le ſue ſon d'once 16.) fanno libre 600. Quindi eſsendo de' due cerchi di ferro il più alto largo once quattro e groſso trè, ed il più baſso largo quattro, e groſso in qualche luogo once due e mezza ſolamente, dovendo eſsere la reſiſtenza ne ferri di diverſe groſsezze in proporzione del numero delle fibre, che devon romperſi; e ſuppoſto col Riccioli, che il piede del Reno contenga 1218. di quelle parti, di cui il palmo Romano, ne contiene 886., ſi ricava, che la forza aſsoluta del ferro, che forma il primo, equivale a libre trecento trentaſei mila ottocento ſeſsanta trè, e del ſecondo ducento ottanta mila ſettecento diciannove.

Paſsando ora a' momenti di queſte forze, Momento chiamaſi da Meccanici l'energia, con cui agiſce una determinata forza, nelle particolari circoſtanze, nelle quali eſsa viene applicata. Per comprenderlo più chiaramente baſta andar col penſiero a una ſtadera, nella quale un piombo ſteſſo, che accoſtato all'appoggio, o come diceſi Ipomoclio ſi equilibra con picciol peſo, diſcoſtatone ſi rende abile a ſoſtenerne uno a molti doppj più grave. Così parimente coll'ajuto di lunga leva, ſi ſmuove da un uomo ſolo un gran maſſo, che molti inſieme non poſſono ſenza ſimile ajuto. Dipende ciò da un principio sì generale, e sì ben provato in Meccanica, che niun altro ven'ha ſi benemerito di grandi ed utiliſſimi ritrovamenti Eſſo è il ſeguente. Due forze, che contraſtano inſieme, allora ſono in equilibrio, quando la velocità del moto, che far dovrebbe la prima contro la direzzione ſua propria nell'eſſere ſuperata dalla ſeconda tante volte è più grande della velocità, che la ſeconda avrebbe pur nella propria ſua direzzione, quante volte la ſeconda forza conſiderata in ſe ſteſſa, è maggior della prima. Quindi ne viene che l'energia, o il momento di una forza creſce o ſcema, quanto pur creſce o ſcema la ſpiegata velocità, e per avere la ſua miſura conviene moltiplicar eſſa forza per la via, che contro alla ſua propria direzione ſarebbe ſe foſſe vinta, e a ſeconda della medeſima, ſe vincitrice.

Suppoſto queſto principio, in primo luogo parci, che l'energia di una catena di ferro curvata in cerchio debba creſcere ſopra quella forza aſſoluta, che avrebbe ſe diſteſa foſſe in dirittura, in quella medeſima proporzione, che ha la circonferenza del circolo al raggio, cioè

poco

poco più che a sei doppj. Imperocchè si concepisca distribuita una forza per tutta la circonferenza di un cerchio, che da essa venga costretto a distendersi, e dilatarsi fino all'atto di rompersi, ed una verga di ferro uguale distesa in dirittura venga tirata da un' altra forza, come sarebbe un peso attaccatole verticalmente, che la riduca al medesimo estremo. In questo secondo caso la discesa del peso nel tender le fibre di quella sarebbe uguale alla somma delle tensioni di tutte quante le fibre disposte lungo la stessa verga, ma nel primo dilatandosi il cerchio, e crescendo così la sua circonferenza, la forza che lo costringe a dilatarsi non si avanzarebbe, se non quanto cresce il raggio del circolo, mentre la somma delle tensioni delle medesime fibre disposte in giro sarebbe uguale all' accrescimento di tutta quanta la circonferenza. Sono questi accrescimenti in proporzione del raggio medesimo alla circonferenza. Converrà dunque, che l' energia della catena curvata in cerchio cresca sopra il momento della distesa nella medesima proporzione della circonferenza al raggio.

Indi ricavasi, che il primo resisterebbe a una forza equivalente a poco di due millioni di libbre cioè a 2, 116571, ed il secondo a poco più di un millione, e tre quarti cioè 1, 763809.

Dal principio medesimo si ricaveranno pur anche le proporzioni de' momenti de' pesi, che quì contrastano, se si determini la proporzione delle salite, o discese, che far dovrebbero i centri di gravità de' medesimi, seguendo il moto, ne' quali centri di gravità agisce in modo la forza tutta de' corpi gravi, come se appunto tutta fosse in quella raccolta. Basterà solo sciogliere il seguente problema geometrico, di cui abbiamo una molto semplice soluzione, e il quale da' Periti de' moderni metodi potrà risolversi senza difficoltà.

Ecco il problema. *Tra una verticale* MQ (*Fig. 5.*), *ed un altra orizontale* QH *data la linea retta* MH, *connessa in* H *con un'altra* CH; *date di più* TA, VR *perpendicolari alle medesime, e fatta girare* CH *in* Ch, *e scender* MH *lungo la verticale in* mh, *si cerca in che proporzione staranno fra di se le discese de' punti* M, A, R, *ed il recesso orizontale de' punti* H, A *dalla verticale* QM *nel primo principio del movimento.* Sciolto detto problema si avrà l' intento. La discesa del Cupolino sarà rappresentata da quella del punto M, le discese, o sali-

 te

te di A ed R rappresenteranno quelle de' centri di gravità il primo de' costoloni co' spicchi, il secondo del sostegno, che si roverscia attorno al punto C; e se in luogo del punto A si sostituisca il sito de' cerchi di ferro, si avrà la forza impiegata lateralmente per dilatar essi cerchi. Anzi riferite tutte le forze al moto orizontale del punto H, in cui siegue il contrasto, potrà determinarsi a quante libbre di peso ivi lateralmente applicato per tirare in fuora, o rispinger in dentro equivalga ciascuna: cose tutte, che gl' Intendenti in geometria, e versati nel calcolo potranno agevolmente trovare da se medesimi, e sulle quali non ci par questo luogo di più diffonderci, bastando solo, se ne dia il risultato.

Innanzi però conviene distinguere due casi. Si concepisca in primo luogo la base col tamburo, e contraforti siano stati saldi ed inseparabili, ed abbiano dovuto tutti insieme rialzarsi attorno al punto A nella Fig. 1., seguendo la rottura da A fino a D. Indi si concepisca, che seguita piuttosto la divisione E F G *m*, abbia dovuto roverściarsi il masso A B *m* attorno al punto A, e la piegatura maggiore orizontale si sia dovuta fare nel tamburo più debole in più luoghi sopra, e sotto le finestre, e principalmente nel sito delle medesime; la volta poi della Cupola abbia dalla parte interiore dell' imposta, e il tamburo dalla sua parte estreriore, fatta una sensibile compressione. In questi due casi si confrontino le forze tutte che spingono in fuora, con quelle, che resistono alla spinta, paragonandole con altrettanti pesi, che applicati lateralmente nel sito dell' imposta sopra *n* avrebbero l' energia medesima in ordine allo spingere, e resistere e ritenere la spinta. Il primo caso ci darà quello, che sarebbe seguito, se rimaneva intera la base co' contraforti; il secondo ciò, che siegue al presente doppo fatta la spaccatura E F G *m*.

Primieramente si trova, che in ambi i casi la forza de' cerchi riferita così al sito dell' imposta è sempre la stessa equivalendo il più alto a poco più di un millione e un quarto di libbre, cioè a ———— 1. 278638.

Ed il più basso a poco più di un millione e un terzo cioè a ———— 1. 396280.

E però fra tutti due a poco più di due millioni e due terzi cioè ———— 2. 674919.

Nel

XXIX.

Nel primo caſo poi le reſiſtenze dell' Attico, Tamburo, Contraforti, e baſe paſſano diciotto millioni e un terzo facendo ———————————— 18. 373475.

Che congiunte colla reſiſtenza de' cerchi paſſano 21. millioni. Ma la ſpinta del Cupolino ſarebbe ſtata minore di due millioni di libbre cioè ——————— 1. 853235. La ſpinta poi delle Cupole co' coſtoloni non ſolo non vi ſarebbe ſtata, ma di più ſi ſarebbe cangiata in reſiſtenza, trovandoſi, che il centro di gravità in cambio di ſcendere ſarebbe ſtato obligato a ſalire, e però avrebbe impedito, non ajutato il moto della baſe, e del tamburo. Sarebbe dunque ſtata in tal caſo di gran lunga ſuperiore alla ſpinta la reſiſtenza; onde ricavaſi ad evidenza, che ſe non ſeguiva quella diviſione fatale de' contraforti, e della parte eſteriore della baſe dall' interiore, e dal tamburo; non ſi ſarebbe potuto maimuovere in fuora il ſoſtegno, nè avrebbe mai l'edificio ſofferto alcun danno.

Nel ſecondo caſo non è poſſibile il determinare appuntino qnante ſieno le piegature del tamburo, dove eſſe ſieno, e quanta ſia ſtata la compreſſione tanto ſul muro eſteriore di queſto, quanto ſull'impoſta interiore della gran volta; quantunque e ſi dimoſtri abbaſtanza, che le piegature ſieno molte, dal vederſi nella parte interiore molte aperture orizontali, e ſi deduca aſſai chiaramente, che non piccola ſia la compreſſione tanto nel tamburo di fuori dall'eſſer' ivi ſtritolati i travertini, quanto ſull' impoſta di dentro dall'eſſer' troppo più tenui le aperture de'travertini nell' Attico eſteriore in *mn*, di quello richiederebbe lo sbilanciar de' pilaſtri, e l'allargarſi per tante once la circonferenza orizontale in tal ſito.

Giudichiamo però di non dilungarci molto dal vero, ſe conſideriamo le piegature tutte come raccolte e unite in una ſola al fondo delle fineſtre ivi appunto, dove in *a* ſi vede slamato lo ſtipite, e tale la compreſſione tanto eſteriore ne'medeſimi ſiti, quanto interiore nell'impoſta, che nella Fig. 5. il punto H della linea CH non debba elevarſi ſopra l'orizontale QH, ma rimangaſi al ſuo livello. In tal caſo parte coll' ajuto dell'eſpoſto problema, parte con una piccola aggiunta, che convien farvi per determinare il momento de' contraforti ſtaccati, e della parte eſterior della baſe troviamo, che equivale la ſpinta

Del Cupolino a quasi 3. millioni di libbre, cioè —— 2. 961060.
Delle Cupole e costoloni a quasi 6. e mezzo, cioè —— 6. 412590.
Che messe insieme fanno più di 9. millioni, cioè —— 9. 373650.
La resistenza dell'Attico meno di un millione, cioè —— 0. 867444.
Della parte smossa del Tamburo poco più d' un millione, e un quarto, cioè —————— 1. 266690.
De'Contraforti staccati poco più di mezzo millione, cioè - 0. 574555.
Della parte esterior della base tre quarti in circa, cioè - — 0. 752686.
Che messe insieme colle resistenze de' cerchi, cioè con — 2. 674919.
Appena equivalgono a 6. millioni di libbre, cioè —— 6. 136294.
Vi rimane dunque più di tre millioni di sbilancio, cioè - 3. 237356.
e vi sarebbe rimasta ancora alcuna cosa di più, se si fosse considerata più alta la piegatura, o maggiore la compressione, ma questo solo è pur molto se si considera, che è più della metà di tutta la resistenza della base, tamburo, contraforti, Attico, e cerchioni, che al presente si trovano.

Questo sbilancio premendo continuamente il Tamburo, e i cerchi, ha costretto il primo a piegarsi, ed i secondi a dilatarsi, e distendersi all' estremo, ed avrebbe senza riparo roversciato quello per terra, e infranti questi, se il contrasto della punta N, che non può entrare in dentro senza ulteriore scompaginamento del Cupolino, nè ritirarsi in fuora senza rompere assai più, e distaccare in OP i muri de' costoloni, non avessero trattenuto il movimento, e la rottura. Non cessando però mai lo sbilancio del peso a premere, e distaccare le parti, e servendosi pure a tale effetto di ogni piccola scossa di Terremoto d'ogni rimbombo di tuono, d'ogni percossa di fulmine, che da se soli non basterebbero a dissestare un edificio di tanta ampiezza, si può con ragione temere una rovina irreparabile, quando non vi sia provveduto per tempo con un efficace rimedio.

Così rimane a giudizio nostro messa del tutto in chiaro la causa di tutto il male: essa è stata la forza laterale della Cupola, e Cupolino, che anno spinto in fuora il sostegno, ed i cerchi, e l' insufficenza de' cerchi, e del sostegno per impedire la medesima spinta, essendosi renduto il secondo incapace di sostenerla per la divisione occasionata dalla troppa altezza del corridore CEB, per cui è rimasta la volta EF colla sola grossezza di nove palmi, e della troppa sottigliezza de' muri de' contraforti FG grossi non più di trè palmi e un quarto.

Ve-

XXXI.

Venendo ora a' rimedj premettiamo in primo luogo, che se alcun sene trova efficace a rimuovere ogni pericolo di rovina, e che lasci alla fabrica e la vaghezza, e i commodi, che gode al presente, questo si deve preferire ad ogni altro. In secondo luogo non conviene tenersi in un semplice equilibrio, ma raddoppiare le resistenze in maniera, che se mai per accidente impensato una parte mancasse sussista l'altra; dal qual principio si ricava, che conviene in tal modo stabilire in se stessa la Cupola, che non possa più spingere lateralmente il suo sostegno, e riunire in tal modo il sostegno, che da se solo resti capace a fermare ogni spinta.

Con questi principj avanti agli occhi, si consideri, che tutti i rimedj somministrati dall'arte possono ridursi a trè classi. Primo fermar il moto con cerchi, catene, e palettoni di ferro: secondo murare in alcun luogo o per empire de' vani, o per far de' speroni: terzo sgravare in alcun luogo di peso non necessario la fabrica. La prima classe la riputiamo la più efficace, ed anche la più opportuna di tutte, come quella, che nè toglie l'ornato, nè leva i commodi. Dalla seconda pensiamo possa ricavarsi alcun vantaggio considerabile: la terza ci sembra affatto infeconda.

Per far che la Cupola non eserciti più alcuno sforzo laterale pensiamo debba essa cingersi verso la sua imposta sopra *n* con un cerchio di ferro largo almeno cinque once, e grosso tre, e tre minuti. Ivi la resistenza d' un cerchio a quel moto orizontale, che abbiamo detto, si dimostra dover esser maggiore che in alcun altro sito, e questa equivalerebbe ad una forza quasi appunto uguale allo sbilancio de' tre millioni di libbre cioè di 3174857. Un altro cerchio stimeremmo opportuno in cima verso N, che stringendo la Cupola esteriore come un' altro stringe l'interiore in M, non permettesse alla medesima di dar in fuora, e lasciar luogo alla discesa. Sarebbe un' altro cerchio molto utile in alcun luogo verso il mezzo della Cupola in T sù questo riflesso. Finche in *n* hanno avuto i costoloni libertà di sdrucciolare in fuora, e cedere al proprio peso, ed a quello del Cupolino, si sono ben distaccati gli uni dagli altri, ma son rimasti senza rottura. Ora che aggravati di peso di sopra, e fermati co' cerchi di sotto, non resistono verso T ad una divisione orizontale, che colla sola tenacità delle parti, potrebbe accadere, che si rompessero verso un tal sito. Un cerchio di qualche giusta grossezza ivi messo, avrebbe insieme un uso

dop-

doppio: toglierebbe un tal pericolo d' apertura, e inſieme in ordine all' impedire la diſceſa obliqua dè' coſtoloni equivalerebbe ad una reſiſtenza laterale applicata in *n*, che determinata la ſua groſſezza, ed il ſito preciſo dove tornaſse più commodo il collocarlo, ſi può facilmente co' ſudetti principj ridurre a calcolo.

Così la Cupola ſi fermerebbe in ſe ſteſsa, compenſati con tali rimedj, que' millioni di sbilancio, che abbiam trovati; ma conforme al ſecondo de' due premeſſi principj convien' anche penſare a ſtabilir il ſoſtegno. Queſto poteva nell' atto ſteſso del lavorarſi, renderſi aſſai più ſtabile, rendendo unita in un ſol maſſo la baſe, ſenza forarla con un corridore ſi ampio, e ſi elevato, ed ingroſſando i muri de' contraforti troppo ſottili. Ora l' empire il corridore ci par coſa del tutto inutile: Imperocche ne puo ſervir' eſſo per appoggiare la volta Ff, che non fa forza di ſcendere, ma di girare attorno al punto A, ne per fermare il maſſo ABE, con cui non puo fare gran preſa, non legando mai bene il nuovo col vecchio, ne finalmente per fermare il maſſo CFD, che non ſi muove ſenſibilmente, giacche in eſſo non vedeſi più d' una ſola apertura verticale, che denoti dilatazione, e l' urto più ſenſibile ſi eſercita più in alto contro il tamburo più debole maſſimamente nel ſito delle fineſtre.

Per la ſteſſa ragione, non riputiamo punto opportuno l' empire alcuna delle quattro ſcale a lumaca, che vanno sù per il tamburo, non dovendovi in tal rimedio eſſere alcun vantaggio contro la forza, che apre verticalmente il tamburo medeſimo, e picciolissima contro quell' altra, che lo ſpinge in fuora. Serve molto il riempimento de' vani, dove ſi tratta di ſoſtenere le volte, o gli architravi de' medeſimi vani che vengon giù con ciò, che reggono; ma poco o nulla ci par che poſſa giovare nel caſo noſtro. Così pure il riſtringere, o abbaſſare l' archetto F, fa qualche coſa, in quanto accreſce la reſiſtenza alla ſeparazione delle parti, coll' accreſcer le parti ſue proprie, che in caſo di rottura ſi avrebbero da ſeparare, ma è così piccolo un tal vantaggio, che un' oncia ſola di più, che aveſſero di groſſezza i contraforti farebbe, più che alcuni palmi di tale riſtringimento, come ſi puol dimoſtrar facilmente.

Per riunire il ſoſtegno approviamo piutoſto trè gran cerchioni di ferro, con delle catene, e palettoni. Il primo di queſti ſi deve mette-

mettere nel muro interiore C E del Corridore in cima verſo la volta, il ſecondo fuora del corridore nella baſe eſteriore a livello del primo; il terzo ſotto il cornicione *m* del tamburo. Le catene ſotto ogni contraforte devono unire i due cerchioni della baſe paſſando per la groſſezza E del muro A E B. Da queſte catene ſarebbe bene far ſalire de' palettoni in sù, finche arrivaſſero ciaſcuno ad inſerirſi in una catena orizontale attaccata al cerchio meſſo ſotto il cornicione *m*, anzi ſarebbe bene ſopra gli archetti F de' contraforti far paſſare dentro i medeſimi un'altra catena, che teneſse più fortemente attaccato il coſtolone al tamburo. Nel mettere dette catene, e maſſime la più alta ſotto *m* ſi deve uſar l'avvertenza, che eſſe abbiano più occhi l'uno lontano alquanto dall' altro, ne' quali venga in modo inſerito il palettone, che non ſi poſſa aprir l'angolo, come ſi vede nella fig. 6. ma ſempre queſto rimanga perpendicolare a quella. Gioverà queſta avvertenza a far sì, che i palettoni medeſimi colle catene equivalgano ad un cerchio, con cui ſi ſtringeſſero in ſe ſteſſi ed attorno al tamburo i contraforti.

I cerchi giù della baſe ſerviranno principalmente per impedire ogni moto orizontale, con cui poteſſe eſſere ſpinto in fuora il muro A B, ma faranno una forza molto minore per impedire la leva, ed il giro attorno al punto A, dovendo per tale effetto eſercitar la quinta parte di quella forza, che eſercitarebbero in cima verſo l' impoſta; onde a tal fine gioverà molto più l'altro meſſo ſotto il cornicione *m* tanto più lontano dall' appoggio A della leva. Fatto il conto della forza di queſti cerchi ſi trova, che in ordine ad impedire un nuovo diſtacco de' contraforti, e della parte eſteriore della baſe dal tamburo, e dalla parte interiore della medeſima, il cerchio meſſo fuora del corridore con quello meſſo ſotto il cornicione *m*, quando ſieno della ſteſsa larghezza, e groſsezza con quello meſso ſull' impoſta della Cupola ſopra *n*, fra tutti due faranno lo ſteſso effetto, che il medeſimo ſolo equivalente a poco più di 3. millioni di libbre. Le catene meſse in mezzo de' contraforti, e in cima ad eſſi, con quelle meſse tra' due cerchi di fondo tutte aſſieme lo faranno anche molto maggiore; onde crediamo, che rimarrà aſſicurata la ſtabilità al ſoſtegno, il quale ridotto tutto ad un corpo nè potrà eſere più diſunito nè roverſciato.

I muri de' contraforti ſon tutti, e ſpaccati, e ſcompaginati, tanto, che in qualche luogo minacciano anche imminente rovina.

Van-

Vanno essi perciò rifatti, e i palettoni, e le catene, di cui abbiam parlato, potranno con tale occasione collocarsi tra' travertini. Per avere più resistenza ad una nnova divisione potrebbero anche ingrossarsi almeno per un palmo que' muri de' contraforti medesimi sopra gli archetti, che ora non eccedono la grossezza di tre palmi, e un quarto. Nel rifarli però conviene avvertire primo di puntellare bene attorno il tamburo, secondo, terminato il primo di attaccare il lavoro dalla parte diametralmente opposta, nè mai buttarne giù due contigui l'un doppo l'altro.

Così stabilita anche la base vi rimane solo un pericolo, che la spinta orizontale rompa in *m n* l'ordine Attico, come già l'ha cominciato a scomporre. A ciò potrebbe facimente ovviarsi coll'alzare sopra il cornicione de' contraforti in *m* uno sperone ben centinato, che andasse a ripigliare la Cupola più alto in *n*. Potrebbe il medesimo cominciarsi con un zoccolo, che sostenesse una Statua, e servisse insieme di peso, ed ornamento, e tanto più, che in tale guisa verrebbesi ad eseguire la mente del Bonarota, in un disegno del quale si vedono in detto sito le Statue. Per entro a tali speroni sarebbe bene dirizzare in sù un palettone di ferro, che unisse insieme il cerchio messo in cima al tamburo sotto *m*, e l'altro in fondo alla Cupola sopra *n*, quali palettoni verrebbero a congiungere sempre più col tamburo la Cupola stessa, e in tal maniera si avrebbe un corpo ben concatenato, e connesso, e così dalla seconda classe si sceglierebbe un rimedio, che insieme ornasse, e stabilisse la Fabrica.

Ogni altra cosa di quelle, che abbiamo udite progettare per il desiderato risarcimento, ci pare o superflua, o inutile, o nociva. E di parere più d'uno, che si debbano alzare in sù i quattro piloni, e da essi gettar' addosso al tamburo quattro grandi speroni. Servirebbe certamente un tal ripiego ad impedire al tamburo il moto in fuora; ma oltre, che forsi di troppo peso aggraverebbe i fondamenti; non può negarsi, che toglierebbe all'Edificio in gran parte almeno quella vaghezza, che gode al presente. Potendosi dunque lo stesso fine ottenere senza simile pregiudizio, come abbiamo dimostrato di sopra, ci pare debba rifiutarsi un tal progetto conforme al primo de' due premessi principj. Al più si potrebbero alzare i piloni poco più sù fino alla cima degli archi, per impedire con sicurezza anche maggiore ogni moto orizontale alla base,

base, nel qual caso converrebbe portar avanti le scale: ma per quanto possa esser utile un tal rimedio, non lo reputiamo però necessario.

Molto meno si deve udire, chi progettasse il demolire il Cupolino, o i suoi ornati; o chi volesse, che si scoprisero di piombi, e coprisero di rame, o i soli costoloni, o tutta quanta la Cupola. Il primo toglierebbe senza necessità un grande ornamento alla Fabrica, ed il secondo prescriverebbe un' immensa spesa con un vantaggio poco, o nulla sensibile. Due minuti di piombo troviamo, che pesano quanto un quarto di palmo in circa di muro a mattone: si che tanto fà la copertura di piombo, quanto sarebbe un' ingrossamento della Cupola per un quarto di palmo. Tra tutte due le Cupole son grosse dodici palmi; onde un quarto di palmo vien' ad essere in circa una quarantesima ottava parte di essa grossezza, che non è molto sensibile a paragone della medesima, e molto meno è sensibile rispetto a' costoloni tanto più grossi. Ma l' andar dietro a tutti quanti i progetti sarebe cosa troppo lunga, ed inutile.

Potrebbe forsi temer alcuno, che anche i rimedj da noi addattati non sieno col loro peso di pregiudizio; Ma svanirà ben tosto ogni timore, se si consideri, che in ordine al dar la volta al tamburo, non solo essi non nuocono punto, ma giovano; mentre toltine i soli due cerchi più piccoli, che devono mettersi a mezzi costoloni in T, ed in cima alla Cupola esteriore in N, son tutti gli altri collocati in tali siti, che accrescono la resistenza e non la spinta. In ordine poi all' aggravare i fondamenti son tutti insieme questi pesi una cosa poco sensibile rispetto all'immenso peso di tutta la Cupola presa dalla sua base fino alla cima del Cupolino. Troviamo, che messi in conto i sei cerchi, e tutti i palettoni, e catene da noi prescritti, di poco o niente passano trecento mila libre. L' ingrossamento de' contraforti, le statue colle basi, e i speroncini da collocare in cima de' medesimi contraforti per fortificare l'Attico non giungono a due millioni e mezzo; sicchè messo ogni cosa insieme, avremo presso a due millioni e ottocento mila libbre. Or la Cupola dalla base in sù pesa più di cento sessanta cinque millioni e mezzo, come si ricava da' calcoli esposti sopra, sarà dunque il peso da noi aggiunto una sessantesima parte del tutto, cosa poco sensibile, e più insensibile ancora, se si confronti col peso tanto più enorme de' quattro vastissimi piloni, da'quali vengon pure premuti i fondamenti medesimi.

Tutto

Tutto ciò, che abbiamo detto fin' ora appartiene all' assicurare in avvenire da ogni pericolo questo grande edificio , e a riparare a que' danni più principali, che potevano tirarsi dietro delle conseguenze troppo funeste . Ora vi resta solo l' avvertire di più, che in molti luoghi si richiedono de' rassetti più minuti , sù de' quali non crediamo opportuno il diffonderci d'avvantaggio .

Così ci pare di avere adempite appieno le parti del nostro debito . Abbiamo esaminato lo stato presente della gran mole, confrontandolo con quello de' tempi andati : abbiamo ricavato dalle particolarità più minute il sistema generale de' danni, mettendone in chiaro le cause troppo patenti, abbiano prescritti que' rimedj, che ci sono paruti i più addattati . Dell'efficacia di questi ne siamo pienamente persuasi , sperando alla mole così ristorata una lunga, e stabilissima sussistenza ; quale più d'ogn' altro ci fa creder sicura, quel vedere i costoloni tanto meno infranti degli spicchi ; cosa, che ci fa assomigliar questo edificio ad un corpo che ha fra le ossa poco meno che intere, solamente lacerata la polpa, male di assai più sicuro riparo ; che forse nel nostro caso sarebbe moralmente impossibile, se l'ossa istesse si fossero del tutto infrante .

Altro più non ci resta, che il supplicare, chi si è degnato di comandarci, a gradire la diligenza, che abbiamo usata per eseguirne gli adorati comandi , e assicurarlo della sincerità del nostro animo nell' esporre quel sentimento medesimo sì nudo, e schietto, quale senza alcuna minima diversità di pareri, abbiamo insieme concepito nell' animo, e stabilitovi doppo replicati congressi.

Tommaso Le Seur dell'Ordine de' Minimi
Professore di Mattematica .
Francesco Jacquier dell'Ordine de Minimi
Professore di Mattematica .
Ruggiero Giuseppe Boscovich della Comp. di Gesù
Professore di Mattematica in Colleg. Rom.

M
A
T
m
a
t
5.
h
Q
H
r
R
C
T
t
M
m
4.
i
h
I
H
Q
d
C
D
6.

CVPOLA DI S. PIETRO